

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva

**Materiály uplatňované pro protipožární ochranu
kabelových rozvodů**

Student: Martina Sobková

Vedoucí bakalářské práce: ing. Petr Bebčák, Ph.D.

Studijní obor: Technika požární ochrany a bezpečnost průmyslu

Datum zadání bakalářské práce: 17. října 2007

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2008

Místopřísežné prohlášení

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracovala samostatně.“

V Hlučíně – Darkovičkách dne 30. dubna 2008

Martina Sobková

.....

Anotace

SOBKOVÁ, M. *Materiály uplatňované pro protipožární ochranu kabelových rozvodů.* Bakalářská práce. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, FBI, 2008.

Klíčová slova: kabelové rozvody, intumescentní nátěr, funkceschopnost, protipožární ochrana

Bakalářská práce se zabývá problematikou využití intumescentních nátěrů na zajištění funkceschopnosti kabelů a kabelových tras. V první části se věnuje požadavkům a zkušebním metodikám na kabelové rozvody z hlediska zachování funkčnosti a následně klasifikaci z hlediska reakce na oheň. Dále rozebírá aplikaci a jednotlivé úskalí, které se sebou nátěry přinášejí. V závěru práce je provedeno shrnutí a poukázání na skutečnosti, které z nich plynou.

Abstract

SOBKOVÁ, M. *Materials used for the fire protection of cable distribution systems.* Bachelor thesis. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, FBI, 2008.

Keywords: cable distribution systems, flame-retardant paint, survivability, fire protection

Thesis deals with problems of using flame-retardant paint on safeguarding of survivability of cables and cable raceways. In the first part are devoted requirements and testing methods on cable distribution systems on the part of keeping functionality and sequentially classification on the part of reaction on fire. Further is analyzed application and individual stumbling block which flame-retardant paints fetch in. At the close work is implemented summary and pointing out matter that the of them flow.

Obsah

1	ÚVOD	4 -
2	REŠERŠE LITERÁRNÍCH ZDROJŮ	6 -
3	POŽADAVKY A ZKUŠEBNÍ METODY NA KABELOVÉ ROZVODY	7 -
3.1	POŽADAVKY NA KABELOVÉ ROZVODY	7 -
3.1.1	<i>Odolnost proti šíření plamene</i>	<i>7 -</i>
3.1.2	<i>Minimalizace vývinu kouře a korozivních zplodin hoření</i>	<i>9 -</i>
3.2	ZKUŠEBNÍ METODY Z HLEDISKA ZACHOVÁNÍ FUNKČNOSTI PŘI POŽÁRU	9 -
3.2.1	<i>ČSN IEC 60331 [22]</i>	<i>10 -</i>
3.2.2	<i>Zkušební předpis ZP – 27/2006 [35]</i>	<i>12 -</i>
4	KLASIFIKACE ELEKTRICKÝCH KABELŮ Z HLEDISKA REAKCE NA OHEŇ	14 -
5	INTUMESCENTNÍ PROTIPOŽÁRNÍ NÁTĚRY	17 -
5.1	PARAMETRY NÁTĚRŮ Z HLEDISKA FUNKČNOSTI KABELŮ	18 -
5.2	PODMÍNKY APLIKOVATELNOSTI	19 -
6	NOSNÉ SYSTÉMY SE ZACHOVÁNÍM FUNKČNOSTI	21 -
6.1	TYPY KONSTRUKCÍ	21 -
6.1.1	<i>Kabelové žlaby</i>	<i>21 -</i>
6.1.2	<i>Kabelové žebříky</i>	<i>22 -</i>
6.1.3	<i>Příchytky</i>	<i>22 -</i>
6.2	STANDARDNÍ A NESTANDARDNÍ ZPŮSOBY INSTALACE KABELŮ	23 -
6.2.1	<i>Normové (standardní) úložné konstrukce</i>	<i>23 -</i>
6.2.2	<i>Jiné (nestandardní) úložné konstrukce</i>	<i>24 -</i>
6.3	ULOŽENÍ KABELŮ	24 -
7	POUŽITÍ NÁTĚRŮ? PRO A PROTI	25 -
8	ZÁVĚR	27 -

9	SEZNAM POUŽITÝCH LITERÁRNÍCH ZDROJŮ.....	- 28 -
10	SEZNAM TABULEK	- 32 -
11	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	- 32 -

Seznam příloh

Příloha č. 1: Třídy reakce elektrických kabelů na oheň

Příloha č. 2: Druhy volně vedených vodičů a kabelů elektrických rozvodů

Seznam termínů a definic

Kabelové zařízení – silnoprůdné kabely, vedení pro sdělovací a komunikační zařízení, rozdělovače, kabelové kanály, povlaky, povrstvení a obložení spojovacích prvků, nosné zařízení, držáky a příchytky. [35]

Celistvost obvodu – schopnost setrvat funkčním navrženým způsobem při vystavení předepsanému zdroji plamene po stanovenou dobu. [22]

Funkčnost kabelových zařízení – časově omezené zachování elektrického napájení v případě požáru. [35]

Třída funkčnosti kabelového zařízení – doba v minutách, po kterou si kabelové zařízení zachovává svou funkčnost. [35]

Intumescentní (zpěnitelné) protipožární nátěry – ochranné prostředky bránící tepelnému namáhání instalací vytvořením nehořlavé izolační vrstvy pěny s nízkou tepelnou vodivostí. [29]

1 Úvod

V současné době jde technologický pokrok v oblasti výroby a instalace kabelových systémů z hlediska zachování funkčnosti a omezení šíření plamene po povrchu velice rychle kupředu. Využívají se kabely, které svoji strukturou umožňují odolávat po určitou dobu účinkům požáru a zaručují tak požadavky na časově omezenou funkceschopnost elektrického napájení přístrojů a zařízení. Ještě však donedávna se ochraně kabelových instalací nevěnovala taková pozornost, a proto je potřeba řešit, jak v případě rekonstrukcí chránit neretardované kabely před potenciálními účinky požáru. Nabízejí se dvě možné varianty; výměna stávajících rozvodů elektrického vedení za takové, které splňují požadavky na požární bezpečnost, a nebo je zaopatřit vhodnou protipožární ochranou – nátěrem či nástřikem. Je otázkou, zda tuto metodu ochrany – ošetření neretardovaných kabelů protipožárním nátěrem – je výhodné vyžívat i při novovýstavbě.

Cílem bakalářské práce je posouzení využití intumescentních nátěrů na zajištění funkční schopnosti kabelů a kabelových tras.

Zkoušení samostatného kabelu může sice vykazovat vyhovující výsledky laboratorní zkoušky, ale po zabudování kabelů do objektů také značné nedostatky pokud nebudou korespondovat s nosnými a dalšími souvisejícími prvky. Je důležité jasně vymezit, podle kterých technických předpisů se daný problém má řešit. V úvodních kapitolách se proto budu zabývat problematikou požadavků a zkušebními metodikami na kabelové rozvody z hlediska zachování funkčnosti při požáru a následně klasifikaci z hlediska reakce na oheň.

V další kapitole zaměřím pozornost na současný stav v oblasti aplikace protipožárních nátěrových systémů, užívaných pro zajištění požadované funkceschopnosti kabelových zařízení. Popíšu základní princip funkce a parametry jednotlivých intumescentních nátěrů, které jsou dostupné na našem trhu, z hlediska zachování funkčnosti kabelů, možnosti jejich uplatnění a hranice jejich použitelnosti. Poukážu na jejich vady a možnosti tyto nedostatky eliminovat.

V předposlední kapitole se pak jen okrajově budu věnovat nosným a úložným konstrukcím kabelových vedení se zachování funkčnosti, které se v současnosti používají.

V závěru práce chci posoudit možnosti využití intumescentních nátěrů na zajištění funkční schopnosti kabelů a kabelových tras a poukázat na skutečnosti, které z nich vyplynou.

2 Rešerše literárních zdrojů

BURANT, J., BRABEC, L. *Požární bezpečnost elektrických instalací*. Knížnice ELEKTRO, svazek 72. 1. vyd. Praha: IN-EL, 2004. 161 s. ISBN 80-86230-33-3.

Příručka se věnuje problematice požární bezpečnosti elektrických instalací a je určena zejména projektantům a pracovníkům montážních firem z oblasti elektrotechniky. Seznamuje čtenáře s podrobnými podmínkami návrhu a realizace kabelových systémů se zachováním funkce při požáru a nastiňuje přehled technických dokumentací, ve kterých je tato problematika dotčena.

POKORNÝ, M. Protipožární ochrana kabelových instalací. In *Požární ochrana 2005. Sborník přednášek z mezinárodní konference pořádaného Fakultou bezpečnostního inženýrství VŠB- TUO ve spolupráci se Sdružením požárního a bezpečnostního inženýrství, Hasičským záchranným sborem Moravskoslezského kraje a Českým institutem pro akreditaci, o.p.s.* Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2005. s 449 – 455. ISBN 80-86634-66-3.

Článek se ve své podstatě zabývá variantním řešením a principy protipožární ochrany energetického a informačního systému ve stavebních objektech. Popisuje problematiku úskalí použití zpěňujících (intumescentních) a zábranových protipožárních nátěrů na kabelech a jako další způsoby řešení ochrany popisuje aplikaci intumescentních ochranných rohoží, ochranných kabelových kanálů apod.

Zkušební předpis ZP – 27/2006. *Pro stanovení třídy funkčnosti kabelů a kabelových nosných konstrukcí – systémů – v případě požáru*. Praha: PAVÚS, a.s., 2/2006.

Tento předpis platí pro stanovení a ověření opatření k docílení funkčnosti elektrických kabelových zařízení v případě požáru.

3 Požadavky a zkušební metody na kabelové rozvody

3.1 Požadavky na kabelové rozvody

Zachování funkčnosti elektrických kabelových zařízení v případě požáru je důležitým kritériem elektrických instalací mnoha budov. Tento požadavek se však nevztahuje na veškeré elektrické napájení v objektu ale jen na elektrické okruhy těch instalací sloužících k případné evakuaci a záchraně lidí nebo k hasebnímu zásahu. Z toho vyplývá, že požadavek zachování funkčnosti se nevyžaduje pro každou budovu.

Kromě zachování funkčnosti je na kabelová zařízení fungující v případě požáru kladena ještě řada dalších požadavků. Za velmi důležité se považuje, aby nevykazovala žádné další negativní požární vlastnosti. Mezi ně patří především požadavky na:

- ≈ odolnost proti šíření plamene
- ≈ minimalizaci vývinu kouře
- ≈ minimalizaci korozivních zplodin hoření

Aby se výrobci mohli zaručit, že jejich kabelová zařízení splňují tyto požadavky, je nutné je odzkoušet dle zkušebních postupů příslušných norem s vyhovujícími výsledky, na jejichž základě budou výrobky certifikovány.

3.1.1 Odolnost proti šíření plamene

Schopnost kabelu nerozšiřovat oheň a samovolně uhasnout po ukončení působení plamene se testuje ve dvou variantách:

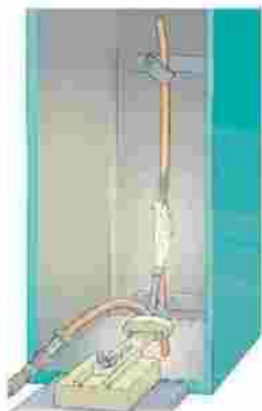
I. Svislé šíření plamene pro vodiče nebo kabely s jednou izolací.

Zkušební postup vychází z norem [18], [19] a [21]. Zkouška je prováděna na vzorku, který je vertikálně namontován ke dvěma vodorovným nosným podpěrám. Celé zařízení je umístěno ve zkušební zástěně, jak lze vidět z obrázku 1. Jako zdroj se používá směsný nebo svítivý plamen v závislosti na průřezu kabelu. Kritériem zkoušky je délka zuhelnatělé

části izolace kabelu. Za zuhelnatění se považuje spálená část kabelu, která lze přiměřenou silou oddělit kovovou škrabkou od zbytku kabelu.

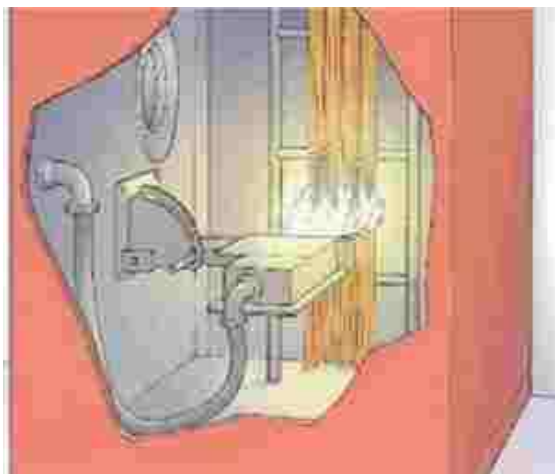
II. Svislé šíření plamene na svazcích vodičů nebo kabelů.

Touto zkušební metodou se zabývají normy [6] - [11]. Princip zkoušky je obdobný jako v první variantě. Na kabelový žebřík vertikálně uložený ve zkušební komoře se upevní svazek potřebného množství kabelů, které se určí podle požadovaného objemu nekovových částí kabelu na 1 m vzorků (viz vzorec 1). Délka svislých svazků je minimálně 3,5 m. Jako zdroj zapálení se používá plochý propanový hořák. Komoře je vybavena otvorem v čelní stěně pro přívod vzduchu a otvorem ve stropě pro odtažení plynů. Celou sestavu ilustruje obrázek 2. Kritérium pro vyhodnocení zkoušky je, stejně jako v prvním případě, rozsah zuhelnatění izolace kabelu, který však může být maximálně do výšky 2,5 m.



↺ Obrázek 2 Zkouška vertikálního šíření plamene ve svazcích dle [6]

↷ Obrázek 1 Zkouška odolnosti proti svislému šíření plamene dle [17]



Výpočet požadovaného objemu nekovových částí kabelů [6] - [11]:

$$V_i = \frac{m_i}{\rho_i \cdot l} \quad (1)$$

V_i ... objem nekovových materiálů C_i [l na 1 m]

m_i ... hmotnost složky C_i [kg]

ρ_i ... hustota složky C_i [kg/dm³]

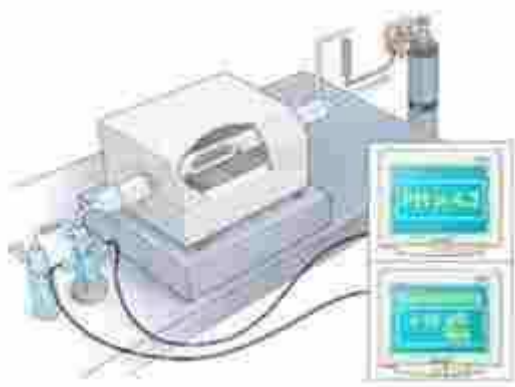
l ... délka zkušebního kabelu [m]

Celkový objem V nekovových materiálů obsažených v 1 m kabelu je roven součtu jednotlivých objemů.

3.1.2 Minimalizace vývinu kouře a korozivních zplodin hoření

Jedovaté a korozivní látky uvolňované při hoření izolace kabelů svými toxickými účinky vážně ohrožují zdraví lidí a zvířat. Hustota dýmu nashromážděného v objektu pak může bránit prostorové orientaci, což má za následek ztížení podmínek útěku či protipožárního zásahu. Teplota těchto zplodin zase má negativní dopad na stavební konstrukce, které vlivem zvýšených teplot výrazně mění svoje vlastnosti.

Norma [16] se zabývá měřením hustoty kouře při hoření elektrického vedení. Její platnost však ke dni 1.6. 2008 zanikne, a tak kabely budou podléhat jen zkoušce agresivity spalných plynů podle [12] - [15]. Podstata zkoušky spočívá ve spalování předepsaného vzorku izolace kabelů, který je umístěn v ohnivzdorné trubici z křemičitého skla na porcelánové spalovací lodičce, viz obrázek 3. Plyny vznikající při tomto procesu se zachycují a promývají probubláváním přes dvě promývací láhve naplněné destilovanou vodou. Po ukončení zkoušky se obsah obou láhví smísí a provede se měření pH a elektrické vodivosti. Pro kladné vyhodnocení zkoušky je zapotřebí, aby pH nebylo nižší než 4,3 a hodnota vodivosti roztoku nemá překročit 10 $\mu\text{S}/\text{mm}$.



Obrázek 3 Zkouška plynů vznikající při hoření kabelů dle [12].

3.2 Zkušební metody z hlediska zachování funkčnosti při požáru

V této podkapitole bych chtěla poukázat hlavně na dva technické dokumenty [22] a [35], které se zabývají zkoušením a stanovením opatření této problematiky.

3.2.1 ČSN IEC 60331 [22]

Pro napájení a ovládání technických zařízení sloužících k zabezpečení objektů proti požáru je rozhodující zachování funkčnosti elektrických obvodů, a proto je třeba zkouškami ověřit a zaručit izolační stav i celistvost vodičů a kabelů. K tomuto účelu byla vytvořena tato zkušební norma obsahující tyto části:

ČSN IEC 60331 Zkoušky elektrických kabelů za podmínek požáru – Celistvost obvodu

Část 11: Zařízení – Samostatné hoření při teplotě plamene alespoň 750 °C,

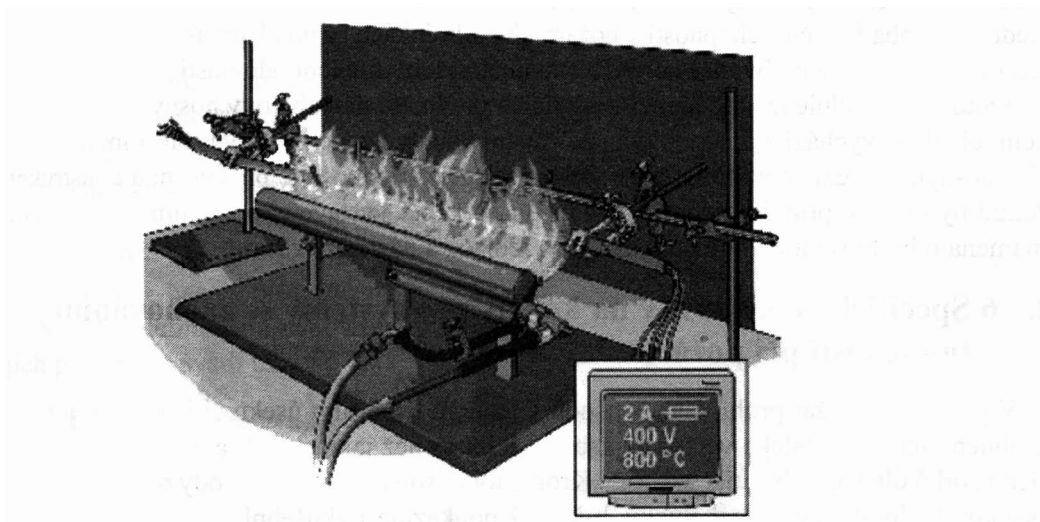
Část 21: Postupy a požadavky – Kabely se jmenovitým napětím do 0,6/1,0 kV včetně,

Část 23: Postupy a požadavky – Elektrické kabely pro přenos dat,

Část 25: Postupy a požadavky – Kabely s optickými vlákny.

Princip zkušebního postupu je pro všechny uvedené kategorie shodný a uvádí jej obrázek 4. Vzorek kabelu se horizontálně přichytí do speciálních držáků zkušebního zařízení, přičemž samostatný zkoušený úsek je vymezen a podepřen dvěma ocelovými kruhy. Oba konce kabelu se připojí na jmenovité napětí v závislosti na provedení testovaného kabelu. Průchod proudu je kontrolován žárovkami na odpovídající napětí. Přiloží se definovaný pásmový hořák a zkoušený vzorek se vystavuje po celou dobu působení plamene zkušební teplotě 750 ± 50 °C. Doba působení plamene na zkušební vzorek je doporučena na 90 minut. Po té je ještě kabel stále zapojen pod napětí dalších 15 minut než zchladne. Celková doba zkoušky se tedy skládá z doby působení plamene a doby zchladnutí. Během celého časového intervalu nesmí dojít ke zkratu mezi žilami kabelu a ani k přerušení elektrického obvodu. V případě poruchy se zkouška opakuje s dalšími dvěma stejnými vzorky kabelu a pro schválení je nutné, aby oba vyhověly podmínkám výše.

První část této normy [23] specifikuje zkušební zařízení, které má být použito pro zkoušení kabelů, u kterých se vyžaduje celistvost obvodu při vystavení účinkům plamene. Přesně definuje podmínky nosného systému vzorku a zdroje tepla – propanbutanového hořáku.



Obrázek 4 Testování funkční schopnosti kabelu při požáru dle [22]

Další části normy [24] - [26] blíže specifikují zkušební postup a uvádějí požadavky na provedení. Zabývají se přípravou vzorku, jeho uspořádáním, vlastním postupem zkoušky a požadavky na vyhodnocení výsledků zkoušky.

Tato norma však řeší pouze laboratorní zkušební proceduru, která se týká výhradně samostatných kabelů nebo izolovaných vedení. V praxi jsou však kabely zakomponovány určitým způsobem do objektu a pokud dojde k zhroucení např. jejich nosného systému, který vykazuje nižší požární odolnost, kabely již nejsou schopny odolávat účinkům požáru takovou dobu na jakou byly odzkoušeny. Výsledky zkoušek se tedy nedají aplikovat pro celý kabelový systém.

Dále nezohledňuje možnosti mechanického poškození kabelu padajícími nebo odkapávajícími částmi předmětů z jeho blízkého okolí.

Jako další nedostatek vidím působení konstantní teploty 750 °C, kdy v praxi může být tato teplota poměrně rychle překročena. U kabelů, nacházející se ve stejném požárním úseku jako je požární bezpečnostní zařízení, které je napájeno těmito kabely, není nutné, aby vydržely větší teplotní zátěž než je ve zkoušce popsáno, když samotné elektrické zařízení selhává již při nižších teplotách. Problém však nastává u stejně uvažovaných kabelů v jiném požárním úseku, neboť u přirozeného rozvoje požáru je teplota 750 °C překročena již po cca 20 minutách a pak již nelze mluvit o tom, že si kabel zachová svoji funkčnost po 90 minut, jak tato zkouška naznačuje.

3.2.2 Zkušební předpis ZP – 27/2006 [35]

Na základě tohoto předpisu se stanovují a ověřují opatření k docílení funkčnosti elektrických kabelových zařízení v případě požáru. Oblast jeho použití je omezena na kabely se jmenovitým napětím do 1 kV.

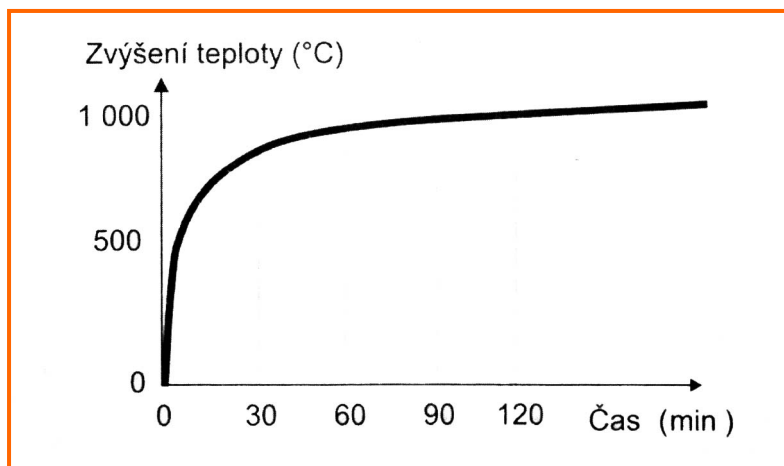
Oproti normě [22] má předpis lépe vyřešené podmínky tepelného namáhání, na jehož základě stanovuje zatřídění elektrických kabelových zařízení do třídy funkčnosti. Rozlišuje dvě úrovně tepelného namáhání:

- Teplotní normová křivka, kterou matematicky popisuje vzorec 2 [4]. Výsledný graf zobrazuje obrázek 5.

$$T_N = 345 \log(8t + 1) + 20 \quad (2)$$

T_N ... teplota v prostoru požáru ve $^{\circ}\text{C}$

t ... čas v minutách



Obrázek 5 Teplotní normová křivka

- Působení konstantní teploty

Jedná se o specifikovanou teplotu a intenzitu, již je teplota dosažena, kterou požaduje zadavatel zkoušky. Navazuje na teplotní normovou křivku.

Předpis staví na předpokladu, že veškeré uspořádání a uložení zkušebních vzorků tak i jejich zavěšení odpovídajícími prostředky na předpokládané nosné konstrukce nebo upevnění na strop či stěnu musí odpovídat provedení v praxi.

Aby nedošlo k ovlivnění chování kanálové a nosné konstrukce při zkoušce, neopomíjí se použití rovnoměrného náhradního zatížení, jehož velikost musí být uvedena ve zkušebním protokolu.

Zkušební vzorek se instaluje dle popisu v kapitole č. 7 [35] do zkušebního zařízení a zapojí se do elektrického obvodu pod napětí podle typu zkoušených kabelů. Průchod proudu se kontroluje žárovkami. Následně je zahájena vlastní požární zkouška, kdy podmínky tepelného namáhání stanovuje zadavatel zkoušky. Hodnotí se, zda během doby funkčnosti nedošlo ke zkratu nebo k přerušení toku proudu v elektrickém obvodu. Pro klasifikaci elektrických kabelových zařízení do třídy funkčnosti je směrodatný nejneprůzračnější výsledek zkoušky, na nejméně dvou stejných vzorcích. Třídy funkčnosti kabelového zařízení znázorňuje tabulka 1.

Třídy funkčnosti		Funkčnost kabelového zařízení [min]
Normová křivka	Konstantní teplota	
P 15	P _r 15	15
P 30	P _r 30	30
P 60	P _r 60	60
P 90	P _r 90	90
P 120	P _r 120	120

r ... index vyjadřující hodnotu konstantní teploty

Tabulka 1: Třídy funkčnosti kabelového zařízení P [35].

Předpis stanovuje předpoklady, za jakých okolností lze aplikovat výsledky zkoušek při jiné orientaci instalace, a vymezuje rozsah platnosti zkušebních výsledků pro průřezy jednotlivých typů kabelů a příslušné způsoby instalace.

4 Klasifikace elektrických kabelů z hlediska reakce na oheň

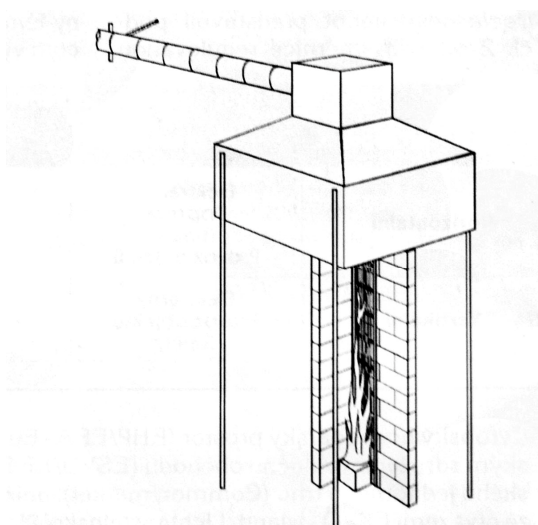
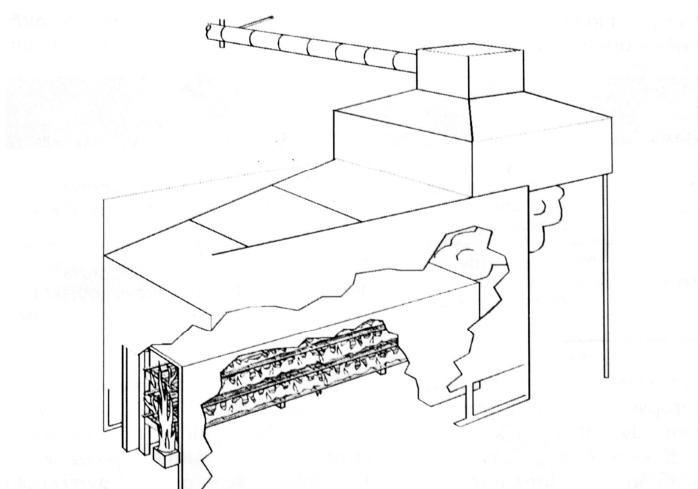
Elektrické kabely se hodnotí z hlediska reakce na oheň dle Rozhodnutí Komise [30] a jsou pro ně zavedeny tyto třídy: A_{ca} , $B1_{ca}$, $B2_{ca}$, C_{ca} , D_{ca} , E_{ca} , F_{ca} (viz tabulka 1 příloha 1).

Kromě toho jsou ještě dále hodnoceny doplňkovou klasifikací, pro kterou jsou stanovena tato kritéria:

- tvorba kouře - s1, s1a, s1b, s2, s3 (nehodnotí se u třídy A_{ca} , E_{ca} , F_{ca})
- planoucí kapky/částice - d0, d1, d2 (nehodnotí se u třídy A_{ca} , E_{ca} , F_{ca})
- kyselost a1, a2, a3 (nehodnotí se u třídy A_{ca} , E_{ca} , F_{ca})

O zavedení tříd reakce elektrických kabelů na oheň se významný způsoben zasloužil výzkumný projekt FIPEC (Fire Performance of Electric Cables).

V tomto programu se za pomoci série experimentálních zkoušek podařily sestavit reálné požární scénáře a odpovídající zkušební postup, který se skládá z jedné zkoušky reakce kabelů na oheň provedené v horizontálním uspořádání a z jednoho testu ve vertikálním uspořádání s použitím postupného zatížení tepelným zdrojem (viz obrázky 6 a 7). [28]



➤ Obrázek 6 Zkušební zařízení pro vertikální uspořádání kabelových instalací [28]

➤ Obrázek 7 Zkušební zařízení pro horizontální uspořádání kabelových instalací [28]

Podle toho, o jakou klasifikaci se žádá, vybere se požární scénář a na základě průměru elektrického kabelu se pak zvolí postup montáže (viz tabulka 2 příloha 1). Pro stanovení počtu délek kabelů se používají následující vzorce (3 – 7) [30]:

A) kabely s průměrem 20 mm nebo větším:

$$N = \text{int} \left(\frac{300 + 20}{d_c + 20} \right) \quad (3)$$

B) kabely s průměrem větším než 5 mm a menším než 20 mm:

$$N = \text{int} \left(\frac{300 + d_c}{2d_c} \right) \quad (4)$$

C) Kabely nebo dráty s průměrem 5 mm nebo menším

$$N_{bu} = \text{int} \left(\frac{300 + 10}{20} \right) = 15 \quad (5) \Rightarrow \text{bude namontováno 15 svazků ve vzdálenosti mezi jednotlivými svazky 10 mm.}$$

$$n = \text{int} \frac{100}{d_c^2} \quad (6)$$

$$C_L = n \cdot 15 \quad (7)$$

Vysvětlivky

N ... Počet kabelů

d_c ... Průměr kabelu (v mm a zaokrouhlený na nejbližší mm)

funkce int ... Celé číslo výsledku (tj. hodnota zaokrouhlená dolů)

N_{bu} ... Počet svazků kabelů s průměrem svazků 10 mm

n ... Počet kabelů v každém svazku

C_L ... Počet délek kabelů u drátů nebo kabelů s průměrem menším než 5 mm

Klasifikační systém umožňuje lépe identifikovat reálná nebezpečí a zvolit bezpečné řešení při volbě stavebních výrobků (elektrických kabelů) určených k zabudování do staveb.

V České Republice se požaduje pro volně vedené vodiče a kabely elektrických rozvodů zajišťujících funkci a ovládání zařízení sloužících k požárnímu zabezpečení staveb nebo

rozvodů vyskytujících se v prostorách požárních úseků vybraných druhů staveb kvalitativní třída B2_{ca}. Kromě toho se ještě vyžaduje, aby při hoření izolace kabelů se produkovalo málo kouře a neodkapávaly hořící kapky. Požadavky na druhy vodičů a kabelů vybraných objektů znázorňuje tabulka 1 přílohy 2. [34]

5 Intumescentní protipožární nátěry

Podstatou intumescentních (zpěňujících) nátěrů na kabelových rozvodech je požadavek na omezení rychlosti šíření plamene a zvýšení funkceschopnosti. Vzniklá vrstva pěny zamezuje přístup vzduchu k izolaci a zpomaluje tak její hoření a současně musí snížit i teplotu povrchu plastu pod teplotu plastifikace – u měkčeného PVC cca pod 160 – 180 °C. [29]

Principem působení těchto nátěrů je chemická reakce, iniciovaná vyššími teplotami při požáru, v jejímž průběhu se dehydratací obvykle polyalkoholů v přítomnosti Lewisových kyselin (hlavně kyseliny fosforečné) vytváří na povrchu chráněného předmětu objemný uhlíkatý zbytek, ze kterého se vlivem přítomného nadouvadla, díky své porézní struktuře, vytváří izolační vrstva nehořlavé pěny s tepelně izolační funkcí. Jako nadouvadla se používají většinou látky s vyšším obsahem dusíku. Dále nátěr obsahuje pojivo, zpravidla polymerní látku, která poskytuje dostatečnou pevnost zaschlému nátěru za normální teploty a do jisté míry i za teploty zvýšené. Zároveň však nesmí bránit vzniku uhlíkaté pěny. [32]

Přehled intumescentních nátěrů na kabelové systémy dostupné na našem trhu znázorňuje tabulka 2.

název výrobku	původ	účel
CP 678 – HILTI	Německo	kabely, kabelové lávky
HCA WL – FLAME GUARD	Holandsko	konstrukce ze dřeva, oceli, litiny, hliníku, plastů a kabelů
HEAT SHIELD FR 15	Česká republika	kabely, ucpávky
Intumex CSP	Rakousko	kabely, ucpávky
Pyroplast – C100	Německo	kabely
PYROSTOP cabel	Slovensko	kabely

Tabulka 2: Přehled intumescentních nátěrů na kabelové systémy

Intumescentní nátěrový systém sestává:

- ze základního nátěru (primeru) zajišťujícího dobrou adhezi k podkladu
- z vlastního zpěnitelného nátěru (někdy současně i vrchního)
- z vrchního ochranného nátěru pro aplikaci v exteriéru (umožňuje i barevnou úpravu povrchu)

5.1 Parametry nátěrů z hlediska funkčnosti kabelů

Je žádoucí, aby vzniklá pěna na svislých či šikmých plochách nestékala. Proto se do nátěrů přidává nehořlavá vlákna (přírodní minerální nebo syntetická – skleněná, keramická, grafitová) podporující tuhost vzniklé pěny.

Pěna musí mít dostatečnou mechanickou pevnost, aby odolávala např. silnému proudění vzduchu při požáru. Ke zpevnění pěny a zlepšení jejích vlastností se užívá celá řada aditiv. Častým aditivem jsou látky typu hydroxidu hořečnatého nebo hlinitého uvolňující za zvýšené teploty vodu, která natřený povrch mírně ochlazuje. [32]

Pěna se musí vytvářet při co nejmenších teplotách a co nejdéle odolávat tepelnému působení požáru. Startovací teplota zpěňování však musí být nižší než teplota plastifikace plastu příslušné izolace. Kdyby tomu tak nebylo, tak po dosažení této teploty by se začal plast roztékat a nátěr by tak ztrácel svoji oporu a tím i funkci, protože by se trhala pěnová vrstva.

Intumescentní nátěry při působení vyšší teploty zvětšují svůj objem až 50x – je žádoucí, aby zvětšení objemu nátěru (objem vzniklé uhlíkaté pěny) bylo co možná největší – a proto stačí nanášet relativně tenkou vrstvu – obvykle 0,4 mm až 1 mm. [32] Tloušťka vlastního intumescentního nátěru je jedním z rozhodujících faktorů účinnosti systému a její nedodržení má za následek výrazné snížení ochranného efektu nátěru. Tloušťka nátěru potřebná pro ochranu kabelů a kabelových tras z hlediska zachování funkčnosti při požáru vychází z povinných zkoušek [22], [35] celého systému pro určitý materiál. Chtěla bych zdůraznit, že žádný protipožární nátěr na kabelové izolace není univerzální, proto se

doporučuje před aplikací porovnat na jaké kabely byly podle příslušného protokolu nátěry zkoušeny a jaké kabely mají být těmito nátěry chráněny.

Dalšími faktory limitující účinnost konkrétního nátěrového systému je struktura, výška vypěnění a velikost jednotlivých buněk pěny. Zpěňující vrstva potřebuje kolem sebe vždy dostatečný prostor k vytvoření ochranné pěny, proto je důležité tento parametr neopomíjet při usazování kabelů na jejich jednotlivé instalace.

5.2 Podmínky aplikovatelnosti

Na nátěry může v různých prostředích působit řada negativních vlivů jako je UV záření, vzdušný kyslík a další plyny nacházející se ve vzduchu (SO_2 , oxidy dusíku, Cl^-) a zejména pak vlhkost a voda. Prakticky všechny intumescentní nátěry obsahují funkční složky – plniva, která jsou buď ve vodě zcela rozpustná nebo jsou alespoň částečně vodou nebo vlhkostí narušitelná. [32] To má za následek postupný úbytek, někdy i rozklad účinných komponent, vyplavování a migraci jednotlivých složek k povrchu a postupné snižování či úplnou ztrátu funkce. Proto se v případech, kde se předpokládá působení těchto vlivů, opatřuje vlastní nátěr ještě vrchním (krycím) nátěrem, který se nanáší, až po jeho úplném proschnutí. K vlastnímu nátěru lze však použít jen takový krycí nátěr, který deklaruje výrobce a je certifikován autorizovanou osobou.

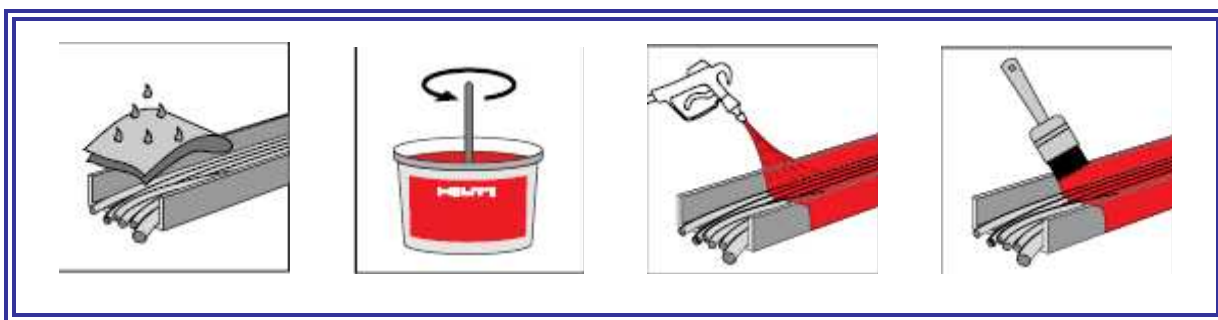
Tento nedostatek lze tedy částečně eliminovat. Avšak za velkou nevýhodu vidím velmi obtížně prokazatelnou funkční životnost.

Hodnocení životnosti a stárnutí těchto materiálů není právě jednoduché, neboť případná ztráta funkčních vlastností – intumescence – se obvykle neprojeví žádnými viditelnými příznaky. Pro hodnocení kvality a funkce protipožárních nátěrů se vychází ze [31]. Výrobci většinou deklarují výrobky s 10-ti letou životností, po uplynutí doby je však nutné nátěry zkontrolovat a provést potřebnou opravu či obnovu.

Před vlastním nanášením protipožárního nátěru na kabely a kabelové lávky je důležité věnovat pozornost přípravě povrchu. Kabely musí být očištěné, suché a zbavené stop prachu, oleje a tuku. Dalším krokem je dobré promíchání nátěru, který se pak rovnoměrně

nanáší po celém obvodu požadované délky kabelů a kabelových lávek pomocí štětce, válečku či bezvzduchové stříkácí pistole (protipožární nástřik). Aplikaci intumescentního nátěru / nástřiku zobrazují obrázky 8 – 11.

Požadovanou tloušťku vrstvy lze docílit buď jednou nebo opakovanou aplikací nátěru. Co se týče aplikace nátěru najednou je zde vyšší procento vad spočívající v nedostatečné tloušťce vrstvy v kritických místech. Pokud není dodržena rovnoměrná tloušťka nátěru, použije se nevhodná nebo neověřená technologie, nekompatibilní základový nebo krycí nátěr, dochází k podstatně rychlejšímu stárnutí.



Obrázek 8 – 11 Aplikace intumescentního nátěru / nástřiku firmy HILTI

Je zřejmé, že prostředí ve zkušebně se liší od podmínek na stavbě a že výsledky zkoušek a zjištěné a výpočtem doložené dimenzace tloušťek nátěrů v dimenzačních tabulkách jsou v podstatě ideální maximálně dosažitelné hodnoty, které lze v praxi dosáhnout jen výjimečně za optimálních podmínek.

Na závěr této kapitoly bych chtěla zdůraznit, že ochranu proti požáru v kabelovém hospodářství mají protipožární nátěry na kabelové instalace význam pouze za předpokladu, že je tímto nátěrem chráněna celá trasa v celém požárním úseku.

6 Nosné systémy se zachováním funkčnosti

Zachování funkčnosti v případě požáru může zaručit vždy pouze celý systém. Nepostačuje, aby pouze vlastní kabel odolával působení vyšších teplot, ale odolat požáru musí po požadovanou dobu i konstrukce, na které je kabel uložen a současně i stavební konstrukce do které je kabelová konstrukce kotvena.

6.1 Typy konstrukcí

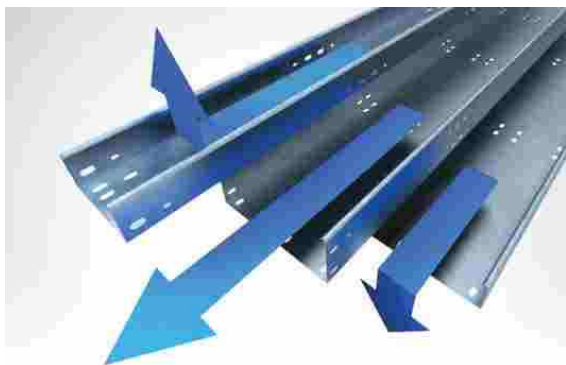
Pro uložení kabelových rozvodů lze aplikovat tyto typy konstrukcí:

- ✚ Instalace pomocí kabelových žlabů
- ✚ Instalace pomocí kabelových žebříků
- ✚ Jednotlivá instalace pomocí příchytok

6.1.1 Kabelové žlaby

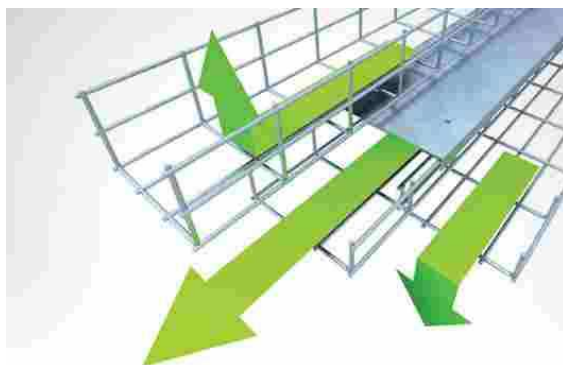
Kabelové žlaby patří k nejčastějším způsobům uložení kabelů s požadavkem na zachování časově omezené funkčnosti při požáru. Jejich výhodou je, že umožňují instalaci relativně velkého množství kabelů.

Žlaby mohou mít různou podobu – plechovou nebo drátěnou – jak je vidět z obr. 12 a 13.



☞ **Obrázek 13** Kabelový drátěný žlab firmy
TOP servis

☞ **Obrázek 12** Kabelový plechový žlab firmy
TOP servis



Výhodou drátěných žlabů je, díky jejich otevřené struktuře, ochlazování kabelů, které je nutné zejména u kabelů velkých průřezů, dále snadné čištění tras v prostorech se zvýšenou prašností a jednodušší montáž.

6.1.2 Kabelové žebříky

Kabelový žebřík představuje další často používanou nosnou konstrukci, která stejně jako kabelové žlaby umožňuje instalaci relativně velkého množství kabelů. Slouží pro vytváření nosných tras určených především k ukládání větších průměrů a to pro horizontální a zvláště pak vertikální kabelové trasy.

U kabelových žebříků se vzdáleností příček 300 mm je nutno použít tzn. opěrné plechy (resp. vany) o délce 150 mm, které podkládají kabely a zmenšují tak jejich samonosně uloženou délku. Protože toto podkládání kabelů je velice pracné a časově náročné, využívají se i žebříky se vzdáleností příček zmenšenou na 150 mm, u kterých netřeba používat opěrné plechy. [1]

6.1.3 Příchytky

Jednotlivá instalace kabelů se dále dělí na:

- ☞ jednotlivé instalace s profilovými lištami a třmenovými příchytkami s podélnou vanou
- ☞ jednotlivé instalace pouze s pomocí jednotlivých příchytek

Jedná se o technicky i ekonomicky nejvýhodnější řešení v případě instalace jednoho nebo několika málo kabelů. Vícenásobné osazení v jedné příchytkce, resp. podélné opěrce je omezeno počtem tří kabelů a za předpokladu, že průměr jednotlivých kabelů nepřesáhne 25 mm. [1]

6.2 Standardní a nestandardní způsoby instalace kabelů

6.2.1 Normové (standardní) úložné konstrukce

Pro tyto úložné konstrukce platí přenositelnost výsledků zkoušek mezi různými typy kabelů a nosných systémů.

Standardní konfigurace při instalaci kabelů na kabelových žebřících nebo žlabech se skládá z nosné konstrukce, ze zavěšení s našroubovanými nebo navařenými konzolami a z pomocných závitových tyčí namontovaných v blízkosti špiček konzol, aby se při zatížení a teplotách, které nastávají v případě požáru, nezlomily nebo neohnuly.

V tabulce 3 uvádím parametry normových systémů uložení kabelů ve žlabu nebo na žebříku podle zkušebního předpisu [35].

Parametr	Kabelový žlab	Kabelový žebřík
výška bočnice [mm]	60	60
tloušťka plechu bočnice [mm]	1,5	1,5
maximální zatížení [kg/m]	10	20
šířka trasy [mm]	300	400
rozestup podpěr [m]	1,2	1,2

Tabulka 3: Parametry normových kabelových žlabů a žebříků.

Pro instalaci kabelů jednotlivými příchytkami se jako normový způsob provedení bere upevnění ve vzdálenosti 300 mm, kdy příchytky musí mít šířku 15 ± 5 mm, a pro instalaci s profilovými lištami a třmenovými příchytkami s podélnou vanou upevnění ve vzdálenosti 600 mm. [35]

6.2.2 Jiné (nestandardní) úložné konstrukce

Použití nosných systémů, které se jedním nebo více parametry liší od normových systémů, se nevylučuje, avšak každá tato konstrukce podléhá zkoušce, aby se ověřilo splnění požadované třídy funkčnosti.

Mezi specifické způsoby instalace kabelů odchylující se od standardních systémů patří např. zvětšení rozteče podpěrných konstrukcí žlabů a žebříků z 1,2 m přibližně na 1,5 m, použití jiných součástí, než které byly definovány pro standardní konstrukce, nebo hromadná instalace kabelů ve společných kabelových příchytkách. [1]

Důvodem zavádění těchto odchylek je především snižování ekonomických nákladů, usnadnění montáže kabelových nosných konstrukcí a zjednodušení ukládání kabelů v různých druzích staveb.

6.3 Uložení kabelů

Požadavky na uložení kabelů a vodičů zajišťující funkci a ovládání zařízení sloužících k protipožárnímu zabezpečení objektů jsou zakotveny v tzv. „kmenových“ normách [2], [3].

Projektování a realizace těchto kabelových rozvodů se řeší tak, aby v případě požáru kabely a vodiče nebyly alespoň po dobu požadovaného zachování funkceschopnosti narušeny okolními prvky nebo systémy (např. jinými instalačními a potrubními rozvody, stavebními konstrukcemi a dílci).

U kabelů opatřených protipožárním intumescentním nátěrem se při uložení musí zohlednit fakt, že pro vypěnění potřebují prostor alespoň 20 – 30 mm, proto se kabely nesmí dodatečně zakrývat nebo být v přímém styku s jakoukoli překážkou. Musí být taky dobře přístupné s ohledem na životnost nátěru, protože po uplynutí doby funkce nátěru musí být možnost jeho obnovy.

7 Použití nátěrů? Pro a proti

V této kapitole se pokusím na základě zjištěných faktů objektivně posoudit použitelnost intumescentních nátěrů na kabelové rozvody.

V předešlých kapitolách jsem se nezmiňovala o výhodách těchto nátěrů, a proto se ve zkratce o nich zmíním nyní. Jedná se především o jejich zdánlivě jednoduchou a rychlou aplikaci, což si myslím, že je velká výhoda z hlediska úspory času oproti výměny neretardovaných kabelů za retardované. Pokud je nátěr správně nanesen, zajištění funkceschopnosti kabelů po stanovenou dobu při požáru je ve výsledku stejné jako při užití retardovaných kabelů. Nezastupitelnou roli zde figuruje fakt, že u aplikace nátěrů není třeba provádět rozsáhlé konstrukční úpravy, jako u výměny kabelů, které jsou zpravidla finančně náročnější.

Slabou stránkou použití těchto nátěrů je už zmiňovaná životnost, která se nesnadno prokazuje, a působení celé řady vnějších vlivů, které výrazným způsobem negativně ovlivňují funkci nátěru. S ohledem na své složení jsou intumescentní nátěry zvláště citlivé na vlhkost (ale i další faktory popsané v kapitole 5.2), která narušuje jejich strukturu, a tím snižuje jejich životnost. Použitím krycího nátěru se problém nevyřeší, jen se zpomalí proces stárnutí.

Řada výrobců uvádí životnost jejich nátěru 10 let. Pokud však není průkazně ověřená v daném prostředí lze ji považovat pouze za orientační. Po uplynutí této doby nebo i dříve, když je zkouškami zjištěna nevyhovující tloušťka nátěru, je nutná jejich obnova. Což znamená, že v určitých intervalech se musí proces aplikace opakovat, a v konečném důsledku můžou finanční náklady, ale i časové nároky, převýšit pořizovací náklady na výměnu stávajících kabelů za retardované.

Proto si myslím, že je u novovýstavby výhodnější investovat do retardovaných kabelů zajišťující požadovanou funkční schopnost při požáru než do nekonečných zkoušek a oprav protipožárních intumescentních nátěrů.

Problematika stárnutí a následná ztráta funkce nátěru může sekundárně zapříčinit selhání požárně bezpečnostního zařízení při požáru. Toto selhání vždy vážným způsobem může ovlivnit celý průběh požáru a následnou obranu. Nefunkčnost těchto zařízení může vést k fatálním následkům, u kterých může dojít ke ztrátám na zdraví nebo dokonce na životě. Proto by tuto skutečnost měl projektant brát v úvahu při navrhování řešení týkající se výběru způsobu ochrany kabelového vedení v případě rekonstrukcí.

Na základě prostudování dostupných zdrojů [1], [29], [32], [33] jsem došla k závěru, že problematika životnosti intumescentních nátěrů je na tolik diskutabilní a riskantní, že bych jejich použití na kabely nedoporučila. Osobně si taky troufám tvrdit, že ne každý bude tak zodpovědný, aby po uplynutí doby životnosti nátěru aplikoval novou vrstvu, a tak by instalace mohla zůstat nechráněná a majitel by mohl spoléhat na to, že v případě selhání nebude nikdo vlivy stárnutí ověřovat.

Jako náhradní řešení bych navrhovala použití intumescentních rohoží, které mají prakticky shodné funkční vlastnosti, ale hlavně jednoznačně záruku vyšší spolehlivosti než intumescentní nátěry.

8 Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo posouzení využití intumescentních nátěrů na zajištění funkční schopnosti kabelů a kabelových tras. Současně jsem si v úvodu vytýčila několik dílčích cílů, které jsem se snažila postupně během práce naplnit.

Nejprve jsem se zabývala problematikou požadavků a zkušebními metodikami na kabelové rozvody z hlediska zachování funkčnosti kabelů při požáru. Svou pozornost jsem hlavně zaměřila na dvě zkušební metodiky a to [22] a [35], u kterých jsem narazila na zásadní rozpor v posuzování tepelného namáhání. Funkčnost samostatného kabelu dle [22] se zkouší při teplotě 750 °C, zatímco zachování funkce kabelových zařízení dle [35] rozlišuje dvě úrovně tepelného namáhání a to podle teplotní normové křivky a nebo konstantní teploty určené zadavatelem zkoušky. Myslím si, že je rozumnější volit tepelný režim v závislosti na posouzení konkrétních podmínek provozu, než mít pevně definovaný konkrétní průběh tepelného namáhání.

Aby se omezil vliv elektrických kabelů na počáteční stádium při požáru a jejich příspěvek k plnému rozvoji požáru v prostoru jejich ohniska, musí elektrické kabely vykazovat určitou reakci na oheň v podmínkách jejich konečného užití. Klasifikační systém lépe identifikuje reálné nebezpečí a umožňuje zvolit vhodnou třídu pro bezpečné řešení u vybraných objektů.

Následně jsem se věnovala samostatným intumescentním nátěrům. Snažila jsem se poukázat na jednotlivá úskalí, které se sebou přinášejí, a objektivně posoudit jejich výhody a nevýhody pro stanovení jejich využitelnosti. Na základě skutečností, které z toho vyplynuly jsem došla k závěru, že jejich problematická životnost je tak silným argumentem, že jsem přesvědčená o nevhodnosti použití. Avšak použití těchto nátěrů zcela nezavrhuji, ale vidím to spíše jako doplňkové řešení ochrany kabelů při použití ucpávek, a nebo v nevyhnutelném případě, kdy nelze použít jiných způsobů ochrany kabelů z hlediska zachování funkčnosti, jakožto například aplikace optimálnějších intumescentních rohoží.

9 Seznam použitých literárních zdrojů

- [1] BURANT, J., BRABEC, L. *Požární bezpečnost elektrických instalací*. Knižnice ELEKTRO, svazek 72. 1. vyd. Praha: IN-EL, 2004. 161 s. ISBN 80-86230-33-3.
- [2] ČSN 73 0802. *Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty*. Praha: ČNI, 12/2000.
- [3] ČSN 73 0804. *Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty*. Praha: ČNI, 10/2002.
- [4] ČSN EN 1363-1. *Zkoušení požární odolnosti – Část 1: Základní požadavky*. Praha: ČNI, 2/2000.
- [5] ČSN EN 13501-1. *Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň*. Praha: ČNI, 8/2007.
- [6] ČSN EN 50266-1. *Společné zkušební metody pro kabely za podmínek požáru – Zkouška vertikálního šíření plamene na vertikálně namontovaných svazcích vodičů nebo kabelů – Část 1: Zařízení*. Praha: ČNI, 8/2002.
- [7] ČSN EN 50266-2-1. *Společné zkušební metody pro kabely za podmínek požáru – Zkouška vertikálního šíření plamene na vertikálně namontovaných svazcích vodičů nebo kabelů – Část 2-1: Postupy – Kategorie A F/R*. Praha: ČNI, 8/2002.
- [8] ČSN EN 50266-2-2. *Společné zkušební metody pro kabely za podmínek požáru – Zkouška vertikálního šíření plamene na vertikálně namontovaných svazcích vodičů nebo kabelů – Část 2-2: Postupy – Kategorie A*. Praha: ČNI, 8/2002.
- [9] ČSN EN 50266-2-3. *Společné zkušební metody pro kabely za podmínek požáru – Zkouška vertikálního šíření plamene na vertikálně namontovaných svazcích vodičů nebo kabelů – Část 2-3: Postupy – Kategorie B*. Praha: ČNI, 8/2002.

- [10] ČSN EN 50266-2-4. *Společné zkušební metody pro kabely za podmínek požáru – Zkouška vertikálního šíření plamene na vertikálně namontovaných svazcích vodičů nebo kabelů – Část 2-4: Postupy – Kategorie C*. Praha: ČNI, 8/2002.
- [11] ČSN EN 50266-2-5. *Společné zkušební metody pro kabely za podmínek požáru – Zkouška vertikálního šíření plamene na vertikálně namontovaných svazcích vodičů nebo kabelů – Část 2-5: Postupy – Kategorie D*. Praha: ČNI, 11/2001.
- [12] ČSN EN 50267-1. *Společné metody zkoušek pro kabely v podmínkách požáru – Zkoušky plynů vznikajících při hoření materiálů z kabelů – Část 1: Zkušební zařízení*. Praha: ČNI, 8/1999.
- [13] ČSN EN 50267-2-1. *Společné metody zkoušek pro kabely v podmínkách požáru – Zkoušky plynů vznikajících při hoření materiálů z kabelů – Část 2-1: Postupy- Určení obsahu kyselinotvorných halogenových plynů*. Praha: ČNI, 8/1999.
- [14] ČSN EN 50267-2-2. *Společné metody zkoušek pro kabely v podmínkách požáru – Zkoušky plynů vznikajících při hoření materiálů z kabelů – Část 2-2: Postupy – Určení stupně kyselosti plynů během hoření materiálu kabelů měřením pH a vodivosti*. Praha: ČNI, 8/1999.
- [15] ČSN EN 50267-2-3. *Společné metody zkoušek pro kabely v podmínkách požáru – Zkoušky plynů vznikajících při hoření materiálů z kabelů – Část 2-3: Postupy – Určení stupně kyselosti plynů během hoření materiálu kabelů stanovením váženého průměru pH a vodivosti kompositních materiálů*. Praha: ČNI, 8/1999.
- [16] ČSN EN 50268. *Společné metody zkoušek pro kabely v podmínkách požáru - Měření hustoty kouře při hoření kabelů za definovaných podmínek*. Praha: ČNI, 6/2000.
- [17] ČSN EN 60332-1-1. *Zkoušky elektrických a optických kabelů v podmínkách požáru – Část 1-1: Zkouška svislého šíření plamene pro vodiče nebo s kabely s jednou izolací – Zkušební zařízení*. Praha: ČNI, 5/2005.

- [18] ČSN EN 60332-1-2. *Zkoušky elektrických a optických kabelů v podmínkách požáru – Část 1-2: Zkouška svislého šíření plamene pro vodiče nebo s kabely s jednou izolací – Postup pro 1 kW směsný plamen*. Praha: ČNI, 4/2005.
- [19] ČSN EN 60332-1-3. *Zkoušky elektrických a optických kabelů v podmínkách požáru – Část 1-3: Zkouška svislého šíření plamene pro vodiče nebo s kabely s jednou izolací – Postup pro určení hořících kapek částic*. Praha: ČNI, 4/2005.
- [20] ČSN EN 60332-2-1. *Zkoušky elektrických a optických kabelů v podmínkách požáru – Část 2-1: Zkouška svislého šíření plamene pro vodiče nebo kabely malého průřezu s jednou izolací – Zkušební zařízení*. Praha: ČNI, 5/2005.
- [21] ČSN EN 60332-2-2. *Zkoušky elektrických a optických kabelů v podmínkách požáru – Část 2-2: Zkouška svislého šíření plamene pro vodiče nebo kabely malého průřezu s jednou izolací – Postup pro svítivý plamen*. Praha: ČNI, 4/2005.
- [22] ČSN IEC 60331. *Zkoušky elektrických kabelů za podmínek požáru – Celistvost obvodu*. Praha: ČNI, 10/2001.
- [23] ČSN IEC 60331 – 11. *Zkoušky elektrických kabelů za podmínek požáru – Celistvost obvodu – Část 11: Zařízení – Samostatné hoření při teplotě plamene alespoň 750 °C*. Praha: ČNI, 10/2001.
- [24] ČSN IEC 60331 – 21. *Zkoušky elektrických kabelů za podmínek požáru – Celistvost obvodu – Část 21: Postupy a požadavky – Kabely se jmenovitým napětím do 0,6/1,0 kV včetně*. Praha: ČNI, 10/2001.
- [25] ČSN IEC 60331 – 23. *Zkoušky elektrických kabelů za podmínek požáru – Celistvost obvodu – Část 23: Postupy a požadavky – Elektrické kabely pro přenos dat*. Praha: ČNI, 10/2001.
- [26] ČSN IEC 60331 – 25. *Zkoušky elektrických kabelů za podmínek požáru – Celistvost obvodu – Část 25: Postupy a požadavky – Kabely s optickými vlákny*. Praha: ČNI, 10/2001.

- [27] Firemní literatura firem FLAME GUARD Praha, Intumex, HILTI, Izostav, K.B.K fire, Simat, TOP servis, JHM, OBO Bettermann.
- [28] HOŠEK, Z. *Klasifikace elektrických kabelů z hlediska reakce na oheň*. Časopis 112, leden 2007, č 1, s 7-9.
- [29] POKORNÝ, M. *Protipožární ochrana kabelových instalací*. In Požární ochrana 2005. Sborník přednášek z mezinárodní konference pořádaného Fakultou bezpečnostního inženýrství VŠB-TUO ve spolupráci se Sdružením požárního a bezpečnostního inženýrství, Hasičským záchranným sborem Moravskoslezského kraje a Českým institutem pro akreditaci, o.p.s. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005. s 449-455. ISBN 80-86634-66-3.
- [30] *Rozhodnutí Komise o klasifikaci kabelů podle reakce na oheň 2006/751/ES*. Úřední věstník L 305, 11/2006.
- [31] *Směrnice pro hodnocení kvality a funkce protipožárního nátěru. KP 01. 4/2002*.
- [32] VAŠÁTKO, E. *Protipožární nátěry ve stavebnictví* [online]. Internetový článek dostupný z: <http://www.seidl.cz/>.
- [33] VAŠÁTKO, E. *Stárnutí PBZ ve vztahu k jejich provozuschopnosti* [online]. Internetový článek dostupný z: <http://www.seidl.cz/>.
- [34] Vyhláška ministerstva vnitra ČR č. 23/2008 Sb., *o technických podmínkách požární ochrany staveb*. Sbírka zákonů ČR, částka 10, ročník 2008.
- [35] Zkušební předpis ZP – 27/2006. *Pro stanovení třídy funkčnosti kabelů a kabelových nosných konstrukcí – systémů – v případě požáru*. Praha: PAVÚS, a.s., 2/2006.

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Třídy funkčnosti kabelového zařízení P [35].....	- 13 -
Tabulka 2: Přehled intumescentních nátěrů na kabelové systémy	- 17 -
Tabulka 3: Parametry normových kabelových žlabů a žebříků.....	- 23 -

11 Seznam obrázků

Obrázek 1 Zkouška odolnosti proti svislému šíření plamene dle [17]	- 8 -
Obrázek 2 Zkouška vertikálního šíření plamene ve svazcích dle [6].....	- 8 -
Obrázek 3 Zkouška plynů vznikající při hoření kabelů dle [12].....	- 9 -
Obrázek 4 Testování funkční schopnosti kabelu při požáru dle [22].....	- 11 -
Obrázek 5 Teplotní normová křivka	- 12 -
Obrázek 6 Zkušební zařízení pro vertikální uspořádání kabelových instalací.....	- 14 -
Obrázek 7 Zkušební zařízení pro horizontální uspořádání kabelových instalací.....	- 14 -
Obrázek 8 – 11 Aplikace intumescentního nátěru / nástřiku firmy HILTI	- 20 -
Obrázek 12 Kabelový plechový žlab firmy TOP servis.....	- 21 -
Obrázek 13 Kabelový drátěný žlab firmy TOP servis	- 21 -

Příloha 1: Třídy reakce elektrických kabelů na oheň [30]

Tabulka 1 – Třídy reakce elektrických kabelů na oheň.

Třída	Zkušební metoda	Kritéria klasifikace	Doplňková klasifikace
A_{ca}	EN ISO 1716	$PCS \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^{(1)}$	
B1_{ca}	FIPEC ₂₀ Scen 2 ⁽⁵⁾ a	$FS \leq 1,75 \text{ m a}$ $THR_{1200s} \leq 10 \text{ MJ a}$ $HRR_{max} \leq 20 \text{ kW a}$ $FIGRA \leq 120 \text{ W s}^{-1}$	Tvorba kouře ⁽²⁾ ⁽⁶⁾ a planoucí kapky/částice ⁽³⁾ a kyselost ⁽⁴⁾ ⁽⁸⁾
	EN 60332-1-2	$H \leq 425 \text{ mm}$	
B2_{ca}	FIPEC ₂₀ Scen 1 ⁽⁵⁾ a	$FS \leq 1,5 \text{ m a}$ $THR_{1200s} \leq 15 \text{ MJ a}$ $HRR_{max} \leq 30 \text{ kW a}$ $FIGRA \leq 150 \text{ W s}^{-1}$	Tvorba kouře ⁽²⁾ ⁽⁷⁾ a planoucí kapky/částice ⁽³⁾ a kyselost ⁽⁴⁾ ⁽⁸⁾
	EN 60332-1-2	$H \leq 425 \text{ mm}$	
C_{ca}	FIPEC ₂₀ Scen 1 ⁽⁵⁾ a	$FS \leq 2,0 \text{ m a}$ $THR_{1200s} \leq 30 \text{ MJ a}$ $HRR_{max} \leq 60 \text{ kW a}$ $FIGRA \leq 300 \text{ W s}^{-1}$	Tvorba kouře ⁽²⁾ ⁽⁷⁾ a planoucí kapky/částice ⁽³⁾ a kyselost ⁽⁴⁾ ⁽⁸⁾
	EN 60332-1-2	$H \leq 425 \text{ mm}$	
D_{ca}	FIPEC ₂₀ Scen 1 ⁽⁵⁾ a	$THR_{1200s} \leq 70 \text{ MJ a}$ $HRR_{max} \leq 400 \text{ kW a}$ $FIGRA \leq 1300 \text{ W s}^{-1}$	Tvorba kouře ⁽²⁾ ⁽⁷⁾ a planoucí kapky/částice ⁽³⁾ a kyselost ⁽⁴⁾ ⁽⁸⁾
	EN 60332-1-2	$H \leq 425 \text{ mm}$	
E_{ca}	EN 60332-1-2	$H \leq 425 \text{ mm}$	
F_{ca}	Žádný ukazatel vlastnosti není stanoven		

Poznámky:

- (1) Pro výrobek jako celek, vyjma kovových materiálů, a pro každou vnější složku (tj. plášť) výrobku.
- (2) $s1 = TSP_{1200} \leq 50 \text{ m}^2$ a $SPR_{max} \leq 0,25 \text{ m}^2/\text{s}$
s1a = s1 a součinitel propustnosti v souladu s EN 61034-2 80 %
s1b = s1 a součinitel propustnosti v souladu s EN 61034-2 60 % 80 %
s2 = $TSP_{1200} \leq 400 \text{ m}^2$ a $SPR_{max} \leq 1,5 \text{ m}^2/\text{s}$
s3 = ne s1 nebo s2.
- (3) Pro scénáře FIPEC₂₀ 1 a 2: **d0** = žádné planoucí kapky/částice během 1200 s;
d1 = žádné planoucí kapky/částice trvající déle než 10 s během 1200 s;
d2 = ne d0 nebo d1.
- (4) EN 50267-2-3: a1 = vodivost $< 2,5 \text{ } \mu\text{S}/\text{mm}$ a pH $> 4,3$;

- a2 = vodivost $< 10 \mu\text{S}/\text{mm}$ a $\text{pH} > 4,3$;
a3 = ne a1 nebo a2. Bez prohlášení = žádný ukazatel vlastnosti není stanoven.
- (5) Proud vzduchu do komory se stanoví v hodnotě $8000 \pm 800 \text{ l}/\text{min}$.
Scénář FIPEC₂₀ 1 = prEN 50399-2-1 při níže uvedené montáži a upevnění.
Scénář FIPEC₂₀ 2 = prEN 50399-2-2 při níže uvedené montáži a upevnění.
- (6) Třída tvorby kouře deklarovaná pro kabely třídy B1_{ca} musí pocházet ze zkoušky FIPEC₂₀ Scen 2.
- (7) Třída tvorby kouře deklarovaná pro kabely třídy B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca} musí pocházet ze zkoušky FIPEC₂₀ Scen 1.
- (8) Měření nebezpečných vlastností plynů vznikajících při požáru, které narušují schopnost osob, jež jim jsou vystaveny, podniknout účinná opatření k úniku, a nikoli popis toxicity těchto plynů.

Definice zkušebních parametrů u scénářů FIPEC₂₀ 1 a 2.

<i>Parametry</i>	<i>Vysvětlení</i>
Začátek zkoušky	Zapálení hořáku
Konec zkoušky	20 minut od zapálení hořáku (konec doby pro výpočet parametrů).
$\text{HRR}_{\text{sm}30}$, kW	Klouzavý průměr míry uvolňování tepla během 30 s.
$\text{SPR}_{\text{sm}60}$, m^2/s	Klouzavý průměr míry tvorby kouře během 60 s.
HRR_{max} , kW	Maximální hodnota $\text{HRR}_{\text{sm}30}$ mezi začátkem a koncem zkoušky, kromě podílu ze zdroje zapálení.
SPR_{max} , m^2/s	Maximální hodnota $\text{SPR}_{\text{sm}60}$ mezi začátkem a koncem zkoušky.
THR_{1200} , MJ	Celkové uvolnění tepla ($\text{HRR}_{\text{sm}30}$) od začátku do konce zkoušky, kromě podílu ze zdroje zapálení.
TSP_{1200} , m^2	Celková tvorba kouře ($\text{HRR}_{\text{sm}60}$) od začátku do konce zkoušky.
FIGRA, W/s	Index rychlosti rozvoje požáru definovaný jako nejvyšší hodnota kvocientu mezi $\text{HRR}_{\text{sm}30}$, kromě podílu zdroje zapálení a času. Prahové hodnoty $\text{HRR}_{\text{sm}30} = 3 \text{ kW}$ a $\text{THR} = 0,4 \text{ MJ}$.
SMOGRA, cm^2/S^2	Index rychlosti vývinu kouře je definován jako nejvyšší hodnota kvocientu mezi $\text{SPR}_{\text{sm}60}$ a časem, vynásobená 10 000. Prahové hodnoty $\text{SPR}_{\text{sm}60} = 0,1 \text{ m}^2/\text{s}$ a $\text{TSP} = 6 \text{ m}^2$.
PCS	Spalné teplo.

FS	Šíření plamene (délka porušené plochy).
H	Šíření plamene.
FIPEC	Reakce elektrických kabelů na oheň.

Tabulka 2 – Montáž v závislosti na průměru kabelu.

Průměr kabelu	Montáž
20 mm či větší	Vzdálenost mezi kabely 20 mm.
mezi 5 a 20 mm	Vzdálenost mezi kabely odpovídající průměru jednoho kabelu.
5 mm či menší	Kabely se uspořádají do svazků o průměru 10 mm. Svazky se nezkrucují. Vzdálenost mezi svazky je 10 mm.

Příloha 2: Druhy volně vedených vodičů a kabelů elektrických rozvodů

A. Zajišťujících funkcí a ovládání zařízení sloužících k požárnímu zabezpečení staveb		druh vodiče nebo kabelu		
		I	II	III
a)	domácí rozhlas podle ČSN 73 0802, evakuační rozhlas podle ČSN 73 0831, zařízení pro akustický signál vyhlášení poplachu podle ČSN 73 0833, nouzový zvukový systém podle ČSN EN 60849.	X	X ^{*)}	X
b)	nouzové a protipanické osvětlení	X	X ^{*)}	X
c)	osvětlení chráněných únikových cest a zásahových cest		X	X
d)	evakuační a požární výtahy	X	X ^{*)}	X
e)	větrání únikových cest		X	X
f)	stabilní hasící zařízení	X	X ^{*)}	X
g)	elektrická požární signalizace	X	X ^{*)}	X
h)	zařízení pro odvod kouře a tepla	X	X ^{*)}	X
i)	posilovací čerpadla požárního vodovodu	X	X ^{*)}	X
B. Pro elektrické rozvody v prostorech požárních úseků vybraných druhů staveb				
a)	Zdravotnická zařízení			
	1. jesle		X	
	2. lůžkové oddělení nemocnic		X	X
	3. JIP, ARO, operační sály		X	X
	4. lůžkové části zařízení sociální péče		X	X
b)	stavby s vnitřními shromažďovacími prostory (např. školy, divadla, kina, kryté haly, kongresové sály, nákupní střediska, výstavní prostory)			
	1. shromažďovací prostor		X	
	2. prostory, ve kterých se pohybují návštěvníci		X	
c)	stavby pro bydlení (mimo rodinné domy)			
	1. únikové cesty		X	
d)	stavby pro ubytování více než 20 osob (např. hotely, internáty, lázně, koleje, ubytovny apod.)			
	1. společné prostory (haly, recepce, jídelny, menzy, restaurace)		X	

Vysvětlivky:

I – kabel B2_{ca}

II – kabel B2_{ca}, s1, d0

III – kabel funkční při požáru (se stanovenou požární odolností)

*) – v případě umístění v chráněných únikových cestách